



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109047340 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201710443910.0

(22)申请日 2017.06.13

(71)申请人 上海梅山钢铁股份有限公司
地址 210039 江苏省南京市雨花台区中华门外新建

(72)发明人 谭耘宇 董刚 赖森贞 李美华 张萃

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206

代理人 顾进

(51)Int.Cl.
B21B 37/74(2006.01)

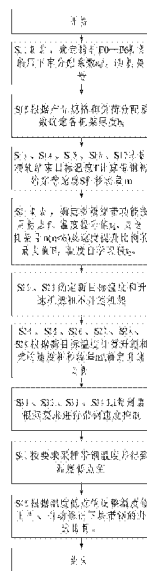
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,主要解决现有热轧精轧带钢温度控制精度低的技术问题。本发明方法,包括以下步骤: S1、计算带钢在精轧机各机架的初始穿带速度; S2、计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度; S3、确定精轧机升速机架减速后的带钢目标速度; S4、修正热轧精轧多级穿带速度的提升比例以及确定下次同类带钢温度提升修正值。本发明方法提高热轧精轧带钢温度控制精度满足终轧温度的要求。



1. 一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,其特征是,包括以下步骤:

S1、计算带钢在精轧机各机架的初始穿带速度,根据钢种分类和产品规格读取带钢的负荷分配系数,根据产品的中间坯厚度和精轧目标厚度计算精轧各机架厚度,按照产品要求的精轧目标温度计算带钢的初始穿带速度;

S2、计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,根据多级穿带功能投用标志、带钢温度提升值、带钢温度提升修正值、精轧机减速机架及带钢提升速度的最大值计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,并确定带钢速度提升比例;

S3、确定精轧机升速机架减速后的带钢目标速度,带钢在精轧机减速机架咬钢后进行减速,相应机架根据减速比例将带钢减速到要求的速度;

S4、修正热轧精轧多级穿带速度的提升比例以及确定下次同类带钢温度提升修正值,对带钢头部温度段的进行温度采样,获取温度采样的低点值,精轧设定模型根据温度低点确定下次同类带钢温度提升修正值。

2. 如权利要求1所述的一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,其特征是:所述步骤S1包括以下步骤:

S11,取表,根据当前轧制带钢的钢种分类、厚度等级和宽度等级信息,从热轧过程控制计算机工艺规程表中取出相应层别的精轧机各机架的压下率分配系数 ε_0^i , i 为精轧机的机架号;

S12,计算精轧机各机架出口的带钢厚度,根据中间坯厚度 H 、精轧出口的带钢厚度 h 及精轧机各机架压下率系数 ε_0^i ,按公式1计算精轧机各机架出口的带钢厚度,

$$h_i = h_{i-1} - d_i \quad i = 1, \dots, 6, \text{公式1,公式1中,}$$

h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, $h_0 = H - d_0$, H 为中间坯厚度;

d_i 为精轧机第 i 机架的压下量, $d_i = (H - h) * (\varepsilon_0^i / \varepsilon) \quad i = 0, \dots, 6$; h 为精轧出口的带钢

厚度; ε 为精轧机各机架压下率系数和, $\varepsilon = \sum_{i=0}^6 \varepsilon_0^i$;

S13,计算带钢的秒流量,设置带钢初始穿带速度 s ,根据精轧目标厚度 h ,按公式2计算得到带钢的秒流量 m ,

$m = s * h$ 公式2,公式2中, m 为带钢的秒流量, s 为初始穿带速度; h 为精轧结束后带钢的目标厚度;

S14,计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,根据各机架厚度 h_i 、秒流量 m 及秒流量相等原则,按公式3计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,通过计算得到精轧结束带钢温度 T_0 ,

$s_i = m / h_i$ 公式3,公式3中, s_i 为精轧机第 i 机架的带钢速度, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$ 代表机架号, m 为秒流量为带钢的秒流量;

S15,比较 T 和 T_0 是否接近, T 为产品要求的精轧结束带钢目标温度,结束条件取 $|T - T_0| < 1$ 度,即温度 T_0 与目标温度 T 接近,反之为不接近;

S16,当温度 T 和 T_0 接近时,得到精轧机各机架的带钢速度 s_i 和带钢初始秒流量 m 。

S17,当温度 T 和 T_0 不接近时,重复步骤S13,S14,S15。

3. 如权利要求1所述的一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,其特征是,所述步骤S2包括以下步骤:

S21,取表,根据钢种和钢种分类、厚度宽度分类,从热轧工艺规程表和模型自学习表中取得多级穿带功能投用标志 f 、带钢温度提升值 t_1 、精轧机减速机架号 n ($n < 6$)及带钢速度提升比例的最大值 P ,带钢温度自学习值 t_2 ;

S22,确定带钢精轧结束的新目标温度,根据带钢温度提升值 t_1 、带钢温度修正量 t_2 ,按公式4确定新目标温度:

$T' = T + t_1 + t_2$ 公式4,公式4中, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, T 为原精轧结束目标温度。

S23,确定精轧机的升速机架和不升速机架,根据精轧机的减速机架号 n 确定精轧机的升速机架和不升速机架,精轧机升速机架为 $0, \dots, n$,精轧机不升速机架为 $n+1, \dots, 6$;

S24,计算精轧机升速机架的带钢秒流量,确定带钢初始升速比例 p' ,按公式5计算升速机架的带钢秒流量,

$m' = m * p'$ 公式5,公式5中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, m 为带钢的秒流量, p' 为带钢初始升速比例, p' 为 $0 \sim P$;

S25,计算精轧机升速机架的带钢速度,按公式6计算精轧机升速机架的速度,

$s'_i = m' / h_i$ 公式6,公式6中, s'_i 为精轧机第 i 机架升速机架速度, $i = 0, \dots, n$; m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$,代表精轧机的机架号;

S26,计算带钢精轧出口温度 T'' ,根据精轧机升速机架和不升速机架速度、厚度计算精轧出口温度 T'' ;

S27,比较计算温度 T'' 与新目标温度 T' 是否接近,结束条件取 $|T'' - T'| < 1$ 度,即温度 T'' 与新目标温度 T' 接近,反之为不接近;

S28,当温度 T'' 与新目标温度 T' 接近时,按公式7计算带钢升速比例,

$P' = m' / m$ 公式7,公式7中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, p' 为带钢初始升速比例, m 为秒流量为带钢的秒流量;

S29,当温度 T'' 与新目标温度 T' 不接近时,重复步骤S24、S25、S26、S27。

4.如权利要求1所述的一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,其特征是,所述步骤S3包括以下步骤:

S31,基础自动化控制系统接受多级穿带功能投用标志 f 、减速机架号 n ,升速比例 p' ,精轧机升速机架速度 s'_i ($i = 0, \dots, n$),精轧机不升速机架速度 s_i ($i = n+1, \dots, 6$),精轧机各机架的带钢厚度 h_i ;

S32,基础自动化控制系统根据 f 标志确定多级穿带功能是否投用,根据减速机架号 n 确定要减速的开始机架;

S33,带钢进入精轧时,控制精轧机升速机架以速度 s'_i ($i = 0, \dots, n$)进行运行,

S34,计算精轧机升速机架减速后的目标速度,在精轧机的减速机架 n 咬钢后,精轧机的升速机架开始减速,精轧机升速机架在 $n+1$ 机架咬钢前减速到目标速度 s'' ($i = 0, \dots, n$),精轧机升速机架减速后的目标速度按公式8计算,

$s''_i = s'_i / p'$ ($i = 0, \dots, n$)公式8,公式8中, s'' 为精轧机升速机架减速后的带钢目标速度, p' 为带钢初始升速比例, s'_i 为精轧机升速机架的带钢速度。

5. 如权利要求1所述的一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,其特征是:所述步骤S4包括以下步骤:

S41,计算带钢多级穿带温度修正值,带钢采用上述速度控制并轧制完成后,取带钢实际精轧出口头部段温度,根据带钢头部段温度确定带钢采样段的温度低点 t_3 ,按公式9计算带钢多级穿带温度修正值 t'_2 ,

$t'_2 = t_2 + g * (T' - t_3)$ 公式9,公式9中, g 为调整系数,设置为0.3; t_3 为采样段的带钢温度低点, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, t_2 为带钢多级穿带温度修正值, t'_2 为新带钢多级穿带温度修正值;

S42,修正多级穿带速度提升比例 p' ,通过对温度提升修正值 t_2 的自动调整,自动修正多级穿带速度提升比例 p' ,使该产品的温度提升值达到工艺制定要求。

一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热连轧板带钢轧制速度的控制方法,特别涉及一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,属于热连轧精轧带钢生产控制领域。

背景技术

[0002] 热轧精轧带钢头部温度的准确控制直接影响到带钢穿带的稳定性、精轧终轧温度的精度以及产品的成材率。终轧温度的高低,不但对轧制力和负荷分配产生影响,而且对热轧带钢的内部组织性能及其机械性能也会产生重要影响。如果终轧温度过低,则带钢的金属塑性不好,屈服极限降低,伸长率减小,特别是影响冷轧后钢卷的深冲性能。

[0003] 带钢头部温度的控制一般都是通过模型计算的穿带速度来实现的,在实际生产中,对于板厚 $>2.3\text{mm}$ 的厚带钢,终轧温度通过穿带速度的调整可以达到目标设定的温度内。而对于板厚 $\leq 2.3\text{mm}$ 规格的薄带钢,当终轧目标温度为 880°C 以上时,带钢头部的实际温度都小于终轧目标温度,从而影响终轧温度的命中率和带钢性能。

[0004] 调整热轧精轧的轧制速度,特别是提高穿带速度,提高轧制节奏,减少带钢头部在精轧区的温降,从理论上来说,是比较可行、有效的,但是如果一味提高穿带速度,可能会造成带钢在层流辊道上起套,带钢在穿带时不稳定,造成精轧废钢等问题。

[0005] 目前通过热轧精轧多级穿带的方法可以有效解决该问题,它通过利用精轧前机架,如F0-F2,因带钢较厚穿带速度较小,具有较大升速空间的特点,达到提升带钢头部温度的目的。

[0006] 申请公布号CN103252359A的中国专利申请一种控制终轧温度的两级穿带方法,公开的技术方案是,先确定一级穿带速度和二级穿带速度,在带钢进精轧前使用一级穿带速度,带钢头部进入精轧机的F2机架后,转入二级穿带速度。

[0007] 申请公布号CN103170506A的中国专利申请一种热轧精轧多级穿带速度控制方法,公开的技术方案:先确定初始穿带速度,当监测到的终轧温度低于目标温度时,按预定提速比例提高第一机架的速度,如果检测到的带钢温度还低于目标温度,按同样提升比例提高下块带钢的第二机架速度,以此类推,当最后一个提速机架咬钢后,恢复到原先的相应初始穿带速度。

[0008] 申请公布号CN104438359A的中国专利申请改善热轧带钢头部温度的方法,公开的技术方案:当带钢头部穿带时,让上游机架,通常为F1、F2、F3,采用高于常规速度的穿带速度,即发明中的一级穿带速度,在中间切换机架,通常为F3、F4,换档减速到常规穿带速度,完成下游机架的穿带,且根据常规穿带速度确定一级速度的提升比例,具体实施方式中公开的是从操作界面中输入一级穿带速度的提升比。但上述发明还存在局限:一、提速比例事先固定,无法长期准确保证带钢头部温度,假如通过调整,同规格带钢以一固定提升比例提升精轧第一和第二机架速度,提速机架数也达到最大,得到了较好的带钢头部温度,但精轧入口温度头部温度不是一成不变的,相同规格带钢头部温度在 ± 10 度内波动是非常正常的,由于初始穿带速度已到限,精轧入口温度低了10度,就会导致精轧出口温度同样低10

度。二、提速比例事先固定,当第一机架提速后实际温度低于目标温度,提速第二机架又高于目标温度,会造成每块带钢头部温度来回震荡,一直达不到要求,需要人为对提速比例进行修正,无法根据带钢头部温度低点自动提升速度。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,主要解决现有热轧精轧带钢温度控制精度低的技术问题,满足终轧温度的要求。

[0010] 本发明采用的技术方案,一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,包括以下步骤:

[0011] S1、计算带钢在精轧机各机架的初始穿带速度,根据钢种分类和产品规格读取带钢的负荷分配系数,根据产品的中间坯厚度和精轧目标厚度计算精轧各机架厚度,按照产品要求的精轧目标温度计算带钢的初始穿带速度;

[0012] S2、计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,根据多级穿带功能投用标志、带钢温度提升值、带钢温度提升修正值、精轧机减速机架及带钢提升速度的最大值计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,并确定带钢速度提升比例;

[0013] S3、确定精轧机升速机架减速后的带钢目标速度,带钢在精轧机减速机架咬钢后进行减速,相应机架根据减速比例将带钢减速到要求的速度;

[0014] S4、修正热轧精轧多级穿带速度的提升比例以及确定下次同类带钢温度提升修正值,对带钢头部温度段的进行温度采样,获取温度采样的低点值,精轧设定模型根据温度低点确定下次同类带钢温度提升修正值。

[0015] 所述步骤S1包括以下步骤:

[0016] S11,取表,根据当前轧制带钢的钢种分类、厚度等级和宽度等级信息,从热轧过程控制计算机工艺规程表中取出相应层别的精轧机各机架的压下率分配系数 ε_0^i , i 为精轧机的机架号;

[0017] S12,计算精轧机各机架出口的带钢厚度,根据中间坯厚度 H 、精轧出口的带钢厚度 h 及精轧机各机架压下率系数 ε_0^i ,按公式1计算精轧机各机架出口的带钢厚度,

[0018] $h_i = h_{i-1} - d_i$ $i = 1, \dots, 6$,公式1,公式1中,

[0019] h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, $h_0 = H - d_0$, H 为中间坯厚度;

[0020] d_i 为精轧机第 i 机架的压下量, $d_i = (H - h) * (\varepsilon_0^i / \varepsilon)$ $i = 0, \dots, 6$; h 为精轧出口的带

钢厚度; ε 为精轧机各机架压下率系数和, $\varepsilon = \sum_{i=0}^6 \varepsilon_0^i$;

[0021] S13,计算带钢的秒流量,设置带钢初始穿带速度 s ,根据精轧目标厚度 h ,按公式2计算得到带钢的秒流量 m ,

[0022] $m = s * h$ 公式2,公式2中, m 为带钢的秒流量, s 为初始穿带速度; h 为精轧结束后带钢的目标厚度;

[0023] S14,计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,根据各机架厚度 h_i 、秒流量 m 及秒流量相等原则,按公式3计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,通过计算得到精轧结束带钢温度 T_0 ,

[0024] $s_i = m / h_i$ 公式3,公式3中, s_i 为精轧机第 i 机架的带钢速度, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$ 代表机架号, m 为秒流量为带钢的秒流量;

- [0025] S15,比较 T 和 T_0 是否接近, T 为产品要求的精轧结束带钢目标温度,结束条件取 $|T-T_0|<1$ 度,即温度 T_0 与目标温度 T 接近,反之为不接近;
- [0026] S16,当温度 T 和 T_0 接近时,得到精轧机各机架的带钢速度 s_i 和带钢初始秒流量 m 。
- [0027] S17,当温度 T 和 T_0 不接近时,重复步骤S13,S14,S15。
- [0028] 所述步骤是S2包括以下步骤:
- [0029] S21,取表,根据钢种和钢种分类、厚度宽度分类,从热轧工艺规程表和模型自学习中取得多级穿带功能投用标志 f 、带钢温度提升值 t_1 、精轧机减速机架号 n ($n<6$)及带钢速度提升比例的最大值 P ,带钢温度自学习值 t_2 ;
- [0030] S22,确定带钢精轧结束的新目标温度,根据带钢温度提升值 t_1 、带钢温度修正量 t_2 ,按公式4确定新目标温度:
- [0031] $T'=T+t_1+t_2$ 公式4,公式4中, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, T 为原精轧结束目标温度。
- [0032] S23,确定精轧机的升速机架和不升速机架,根据精轧机的减速机架号 n 确定精轧机的升速机架和不升速机架,精轧机升速机架为 $0, \dots, n$,精轧机不升速机架为 $n+1, \dots, 6$;
- [0033] S24,计算精轧机升速机架的带钢秒流量,确定带钢初始升速比例 p' ,按公式5计算升速机架的带钢秒流量,
- [0034] $m'=m*p'$ 公式5,公式5中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, m 为带钢的秒流量, p' 为带钢初始升速比例, p' 为 $0\sim P$;
- [0035] S25,计算精轧机升速机架的带钢速度,按公式6计算精轧机升速机架的速度,
- [0036] $s'_i=m'/h_i$ 公式6,公式6中, s'_i 为精轧机第 i 机架升速机架速度, $i=0, \dots, n$; m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$,代表精轧机的机架号;
- [0037] S26,计算带钢精轧出口温度 T'' ,根据精轧机升速机架和不升速机架速度、厚度计算精轧出口温度 T'' ;
- [0038] S27,比较计算温度 T'' 与新目标温度 T' 是否接近,结束条件取 $|T''-T'|<1$ 度,即温度 T'' 与新目标温度 T' 接近,反之为不接近;
- [0039] S28,当温度 T'' 与新目标温度 T' 接近时,按公式7计算带钢升速比例,
- [0040] $P'=m'/m$ 公式7,公式7中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, p' 为带钢初始升速比例, m 为秒流量为带钢的秒流量;
- [0041] S29,当温度 T'' 与新目标温度 T' 不接近时,重复步骤S24、S25、S26、S27。
- [0042] 所述步骤S3包括以下步骤:
- [0043] S31,基础自动化控制系统接受多级穿带功能投用标志 f 、减速机架号 n ,升速比例 p' ,精轧机升速机架速度 s'_i ($i=0, \dots, n$),精轧机不升速机架速度 s_i ($i=n+1, \dots, 6$),精轧机各机架的带钢厚度 h_i ;
- [0044] S32,基础自动化控制系统根据 f 标志确定多级穿带功能是否投用,根据减速机架号 n 确定要减速的开始机架;
- [0045] S33,带钢进入精轧时,控制精轧机升速机架以速度 s'_i ($i=0, \dots, n$)进行运行,
- [0046] S34,计算精轧机升速机架减速后的目标速度,在精轧机的减速机架 n 咬钢后,精轧

机的升速机架开始减速,精轧机升速机架在 $n+1$ 机架咬钢前减速到目标速度 s'' ($i=0, \dots, n$),精轧机升速机架减速后的目标速度按公式8计算,

[0047] $s''_i = s'_i / p'$ ($i=0, \dots, n$) 公式8,公式8中, s'' 为精轧机升速机架减速后的带钢目标速度, p' 为带钢初始升速比例, s'_i 为精轧机升速机架的带钢速度。

[0048] 所述步骤S4包括以下步骤:

[0049] S41,计算带钢多级穿带温度修正值,带钢采用上述速度控制并轧制完成后,取带钢实际精轧出口头部段温度,根据带钢头部段温度确定带钢采样段的温度低点 t_3 ,按公式9计算带钢多级穿带温度修正值 t'_2 ,

[0050] $t'_2 = t_2 + g * (T' - t_3)$ 公式9,公式9中, g 为调整系数,设置为0.3; t_3 为采样段的带钢温度低点, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, t_2 为带钢多级穿带温度修正值, t'_2 为新带钢多级穿带温度修正值;

[0051] S42,修正多级穿带速度提升比例 p' ,通过对温度提升修正值 t_2 的自动调整,自动修正多级穿带速度提升比例 p' ,使该产品的温度提升值达到工艺制定要求。

[0052] 本发明精轧机各机架的速度计算遵守秒流量相等原则,即精轧机各机架的秒流量相等。

[0053] 本发明步骤S12是根据产品规格(精轧结束后带钢目标厚度和中间坯厚度)和工艺的压下率负荷分配系数,自动计算出精轧机各机架出口的带钢厚度 h_i ;

[0054] 本发明步骤S13、S14、S15、S16、S17通过穿带速度的调整迭代计算精轧出口温度,当计算的精轧出口温度与精轧结束目标温度相等或接近时,迭代计算结束,得到精轧机各机架速度 s_i 和初始秒流量 m 。

[0055] 本发明步骤S22温度提升值 t_1 ,工艺可以根据钢种、产品规格分别设置,以满足不同产品要求。

[0056] 本发明步骤S24、S25、S26、S27通过精轧机升速机架穿带速度的调整迭代计算精轧出口温度,当计算的带钢精轧出口温度与带钢新精轧结束目标温度相等或接近时,迭代计算结束,得到升速机架的带钢速度和带钢秒流量 m' 。

[0057] 本发明步骤S33、S34,精轧机升速机架带钢秒流量相等为 m' ,精轧机不升速机架带钢秒流量为 m ,各自满足带钢秒流量相等原则,当精轧机减速机架 n 咬钢后进行减速,在精轧机 $n+1$ 机架咬钢前减速到带钢目标速度 s_i ,由于减速后的带钢秒流量就是 m ,与精轧机不升速机架的带钢秒流量保持一致,符合带钢秒流量相等原则。

[0058] 本发明步骤S22、S41、S42的带钢温度修正值 t_2 ,主要根据带钢头部温度低点进行自动调整,带钢温度修正值不同,其计算的带钢升速比例 p' 也不同;通过带钢温度修正值的调整,使带钢头部温度与工艺要求的带钢温度提升接近。

[0059] 本发明相比现有技术具有如下积极效果:1、本发明可以根据产品要求设置温度提升值,可以满足各种产品规格要求。2、本发明可以自动计算升速比例,提高了速度计算和轧制力计算的精度,使精轧轧制更加稳定。3、本发明可以根据头部温度低点进行升速比例的自动调整,提高了带钢头部温度的控制精度。

附图说明

[0060] 图1为本发明热轧精轧多级穿带速度的控制方法流程示意图

[0061] 图2为本发明方法初始穿带速度和带钢秒流量控制流程示意图

[0062] 图3为本发明方法带钢速度升速比例控制流程示意图

具体实施方式

[0063] 参照图1,图2,图3,一种热轧精轧多级穿带速度的控制方法,包括以下步骤:

[0064] S1、计算带钢在精轧机各机架的初始穿带速度,根据钢种分类和产品规格读取带钢的负荷分配系数,根据产品的中间坯厚度和精轧目标厚度计算精轧各机架厚度,按照产品要求的精轧目标温度计算带钢的初始穿带速度;

[0065] S2、计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,根据多级穿带功能投用标志、带钢温度提升值、带钢温度提升修正值、精轧机减速机架及带钢提升速度的最大值计算带钢通过精轧机减速机架前的各机架时的速度,并确定带钢速度提升比例;

[0066] S3、确定精轧机升速机架减速后的带钢目标速度,带钢在精轧机减速机架咬钢后进行减速,相应机架根据减速比例将带钢减速到要求的速度;

[0067] S4、修正热轧精轧多级穿带速度的提升比例以及确定下次同类带钢温度提升修正值,对带钢头部温度段的进行温度采样,获取温度采样的低点值,精轧设定模型根据温度低点确定下次同类带钢温度提升修正值。

[0068] 所述步骤S1包括以下步骤:

[0069] S11,取表,根据当前轧制带钢的钢种分类、厚度等级和宽度等级信息,从热轧过程控制计算机工艺规程表中取出相应层别的精轧机各机架的压下率分配系数 ε_0^i , i 为精轧机的机架号;

[0070] S12,计算精轧机各机架出口的带钢厚度,根据中间坯厚度 H 、精轧出口的带钢厚度 h 及精轧机各机架压下率系数 ε_0^i ,按公式1计算精轧机各机架出口的带钢厚度,

[0071] $h_i = h_{i-1} - d_i$ $i = 1, \dots, 6$,公式1,公式1中,

[0072] h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, $h_0 = H - d_0$, H 为中间坯厚度;

[0073] d_i 为精轧机第 i 机架的压下量, $d_i = (H - h) * (\varepsilon_0^i / \varepsilon)$ $i = 0, \dots, 6$; h 为精轧出口的带钢厚度; ε 为精轧机各机架压下率系数和, $\varepsilon = \sum_{i=0}^6 \varepsilon_0^i$;

[0074] S13,计算带钢的秒流量,设置带钢初始穿带速度 s ,根据精轧目标厚度 h ,按公式2计算得到带钢的秒流量 m ,

[0075] $m = s * h$ 公式2,公式2中, m 为带钢的秒流量, s 为初始穿带速度; h 为精轧结束后带钢的目标厚度;

[0076] S14,计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,根据各机架厚度 h_i 、秒流量 m 及秒流量相等原则,按公式3计算精轧机各机架的带钢速度 s_i ,通过计算得到精轧结束带钢温度 T_0 ,

[0077] $s_i = m / h_i$ 公式3,公式3中, s_i 为精轧机第 i 机架的带钢速度, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$ 代表机架号, m 为秒流量为带钢的秒流量;

[0078] S15,比较 T 和 T_0 是否接近, T 为产品要求的精轧结束带钢目标温度,结束条件取 $|T - T_0| < 1$ 度,即温度 T_0 与目标温度 T 接近,反之为不接近;

[0079] S16,当温度 T 和 T_0 接近时,得到精轧机各机架的带钢速度 s_i 和带钢初始秒流量 m 。

[0080] S17,当温度 T 和 T_0 不接近时,重复步骤S13,S14,S15。

[0081] 所述步骤是S2包括以下步骤:

[0082] S21,取表,根据钢种和钢种分类、厚度宽度分类,从热轧工艺规程表和模型自学习表中取得多级穿带功能投用标志 f 、带钢温度提升值 t_1 、精轧机减速机架号 n ($n < 6$)及带钢速度提升比例的最大值 P ,带钢温度自学习值 t_2 ;

[0083] S22,确定带钢精轧结束的新目标温度,根据带钢温度提升值 t_1 、带钢温度修正量 t_2 ,按公式4确定新目标温度:

[0084] $T' = T + t_1 + t_2$ 公式4,公式4中, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, T 为原精轧结束目标温度。

[0085] S23,确定精轧机的升速机架和不升速机架,根据精轧机的减速机架号 n 确定精轧机的升速机架和不升速机架,精轧机升速机架为 $0, \dots, n$,精轧机不升速机架为 $n+1, \dots, 6$;

[0086] S24,计算精轧机升速机架的带钢秒流量,确定带钢初始升速比例 p' ,按公式5计算升速机架的带钢秒流量,

[0087] $m' = m * p'$ 公式5,公式5中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, m 为带钢的秒流量, p' 为带钢初始升速比例, p' 为 $0 \sim P$;

[0088] S25,计算精轧机升速机架的带钢速度,按公式6计算精轧机升速机架的速度,

[0089] $s'_i = m' / h_i$ 公式6,公式6中, s'_i 为精轧机第 i 机架升速机架速度, $i = 0, \dots, n$; m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, h_i 为精轧机第 i 机架出口的带钢厚度, i 为 $0, \dots, 6$,代表精轧机的机架号;

[0090] S26,计算带钢精轧出口温度 T'' ,根据精轧机升速机架和不升速机架速度、厚度计算精轧出口温度 T'' ;

[0091] S27,比较计算温度 T'' 与新目标温度 T' 是否接近,结束条件取 $|T'' - T'| < 1$ 度,即温度 T'' 与新目标温度 T' 接近,反之为不接近;

[0092] S28,当温度 T'' 与新目标温度 T' 接近时,按公式7计算带钢升速比例,

[0093] $P' = m' / m$ 公式7,公式7中, m' 为精轧机升速机架的带钢秒流量, p' 为带钢初始升速比例, m 为秒流量为带钢的秒流量;

[0094] S29,当温度 T'' 与新目标温度 T' 不接近时,重复步骤S24、S25、S26、S27。

[0095] 所述步骤S3包括以下步骤:

[0096] S31,基础自动化控制系统接受多级穿带功能投用标志 f 、减速机架号 n ,升速比例 p' ,精轧机升速机架速度 s'_i ($i = 0, \dots, n$),精轧机不升速机架速度 s_i ($i = n+1, \dots, 6$),精轧机各机架的带钢厚度 h_i ;

[0097] S32,基础自动化控制系统根据 f 标志确定多级穿带功能是否投用,根据减速机架号 n 确定要减速的开始机架;

[0098] S33,带钢进入精轧时,控制精轧机升速机架以速度 s'_i ($i = 0, \dots, n$)进行运行,

[0099] S34,计算精轧机升速机架减速后的目标速度,在精轧机的减速机架 n 咬钢后,精轧机的升速机架开始减速,精轧机升速机架在 $n+1$ 机架咬钢前减速到目标速度 s'' ($i = 0, \dots, n$),精轧机升速机架减速后的目标速度按公式8计算,

[0100] $s''_i = s'_i / p'$ ($i = 0, \dots, n$) 公式8,公式8中, s'' 为精轧机升速机架减速后的带钢目

标速度, p' 为带钢初始升速比例, s'_i 为精轧机升速机架的带钢速度。

[0101] 所述步骤S4包括以下步骤:

[0102] S41, 计算带钢多级穿带温度修正值, 带钢采用上述速度控制并轧制完成后, 取带钢实际精轧出口头部段温度, 根据带钢头部段温度确定带钢采样段的温度低点 t_3 , 按公式9计算带钢多级穿带温度修正值 t'_2 ,

[0103] $t'_2 = t_2 + g * (T' - t_3)$ 公式9, 公式9中, g 为调整系数, 设置为0.3; t_3 为采样段的带钢温度低点, T' 为带钢精轧结束的新目标温度, t_2 为带钢多级穿带温度修正值, t'_2 为新带钢多级穿带温度修正值;

[0104] S42, 修正多级穿带速度提升比例 p' , 通过对温度提升修正值 t_2 的自动调整, 自动修正多级穿带速度提升比例 p' , 使该产品的温度提升值达到工艺制定要求。

[0105] 实施例1, 带钢参数如下, 中间坯厚度 H 为35.593mm, 精轧结束后带钢厚度 h 为2.0mm, 带钢宽度1020mm, 精轧结束温度 T 为860℃, 钢种SPHC, 钢种分类为3, 厚度等级为102, 其读取的各机架压下率系数 ε_0^i 和通过公式1计算的精轧各机架的带钢厚度 h_i 见表1。

[0106] 表1本发明实施例带钢通过精轧各机架的压下率 ε_0^i 和带钢厚度 h_i

[0107]

类别	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6
压下率/%	1	0.3608	0.2112	0.1091	0.0527	0.033	0.017
厚度/mm	16.80	10.02	6.04	3.99	3.00	2.38	2.06

[0108] 通过钢种分类3, 厚度等级102, 读取的减速机架 n , 最大升速率 P , 温度提升值 t_1 , 温度修正值 t_2 。见热轧工艺规程表参数见表2。

[0109] 表2本发明实施例热轧工艺规程表参数

钢种分类	厚度分类	投用标志	减速机架 n	带钢最大升速率 P	带钢温度提升值 t_1	带钢温度修正值 t_2
3	102	1	2	0.2	6	0

[0111] 上述步骤S1, 根据产品规格、精轧机各机架的带钢厚度, 计算带钢初始秒流量 m 为1224.83mm*mpm, 其计算的精轧机各机架带钢速度 s_i 、轧制力见表3。

[0112] 表3本发明实施例带钢在精轧机各机架的初始穿带速度 s_i 和机架轧制力

[0113]

类别	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6
速度/mpm	72.9	122.3	202.8	306.8	407.6	514.9	592.1
轧制力/吨	1497	1138	1161	1089	844	787	643

[0114] 上述步骤S2, 根据多级穿带功能投用标志 f 为1、带钢温度提升值 t_1 为6、带钢温度提升修正值 t_2 为0、精轧减速机架 n 为2, 带钢提升速度的最大值 P 为0.2, 计算精轧机升速机架的带钢秒流量 m' 为1347.68mm*mpm, 精轧机未升速机架的带钢秒流量 m 为1224.83mm*mpm, 带钢升速率 p' 为0.10; 其计算的精轧机各机架的带钢速度 s'_i 、轧制力见表4。

[0115] 表4本发明实施例带钢在精轧各机架的穿带速度 s'_i 和机架轧制力

[0116]

类别	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6
速度/mpm	80.2	134.4	223.1	306.8	407.6	514.9	592.1

轧制力/吨	1501	1132	1151	1061	824	769	623
-------	------	------	------	------	-----	-----	-----

[0117] 上述步骤S3,基础自动化控制系统根据表4数据进行速度控制;根据多级穿带投用标志1,精轧减速机架号2,当精轧F2机架咬钢前,精轧机各机架带钢速度为表4的速度;当精轧F2机架咬钢后,进行减速控制,在精轧机F3机架咬钢前,带钢速度减到目标速度即减速到表3的精轧机F0、F1、F2机架的速度,精轧机F3、F4、F5、F6机架按原带钢速度进行控制,直到精轧机F6机架咬钢,完成多级穿带整个控制过程。

[0118] 上述步骤S4,该块带钢完成轧制后,其采样的带钢头部温度低点 t_3 为858℃,温度提升修正值 $t'_2=0+(860+6-858)*0.5=4$ 。

[0119] 如果下块带钢是同规格带钢,再通过步骤S1、S2、S3、S4模型对下块带钢进行计算,控制。

[0120] 如,通过钢种分类3,厚度等级102,读取的热轧过程控制计算机工艺规程表数据,多级穿带功能投用标志1、带钢温度提升值6、带钢温度提升修正值4、精轧机减速机架2及带钢提升速度的最大值0.2,精轧设定模型计算的下块同规格带钢的精轧机升速机架的带钢秒流量为1409.11mm*mpm,精轧机未升速机架的带钢秒流量为1224.83mm*mpm,带钢升速率为0.15;其计算的精轧机各机架的带钢速度、各机架轧制力见表5。

[0121] 表5本发明实施例轧制的下块同规格的带钢通过精轧各机架 s_i 的速度和各机架的轧制力

[0122]

类别	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6
速度/mpm	83.9	140.5	233.2	306.8	407.6	514.9	592.1
轧制力/吨	1508	1132	1148	1050	816	762	624

[0123] 这样,通过对温度修正值的不断调整,不断调整升速比例,使精轧头部温度满足工艺要求。

[0124] 除上述实施例外,本发明还可以有其他实施方式。凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围。

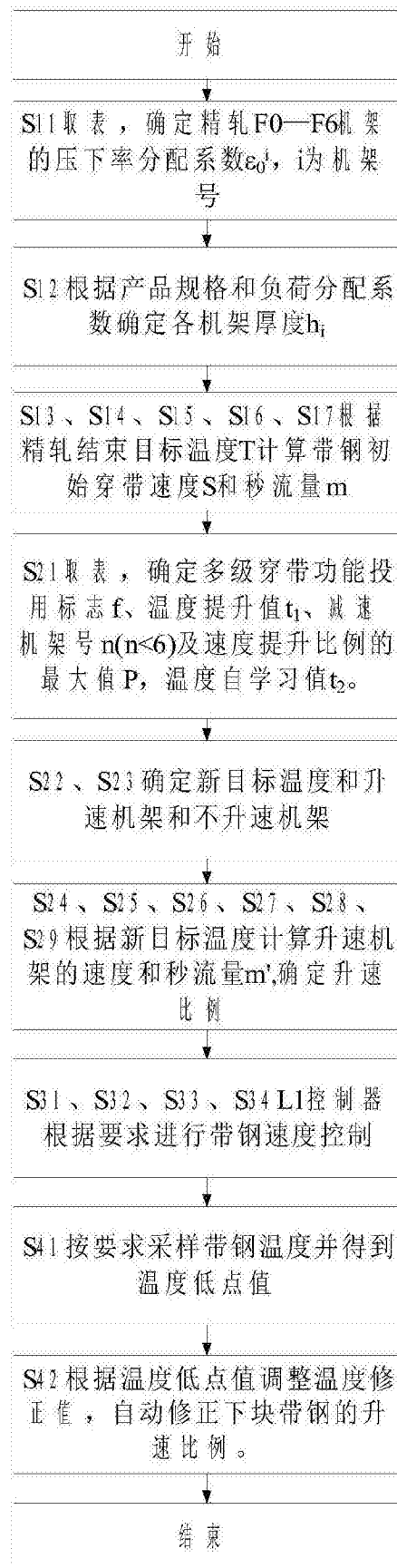


图1

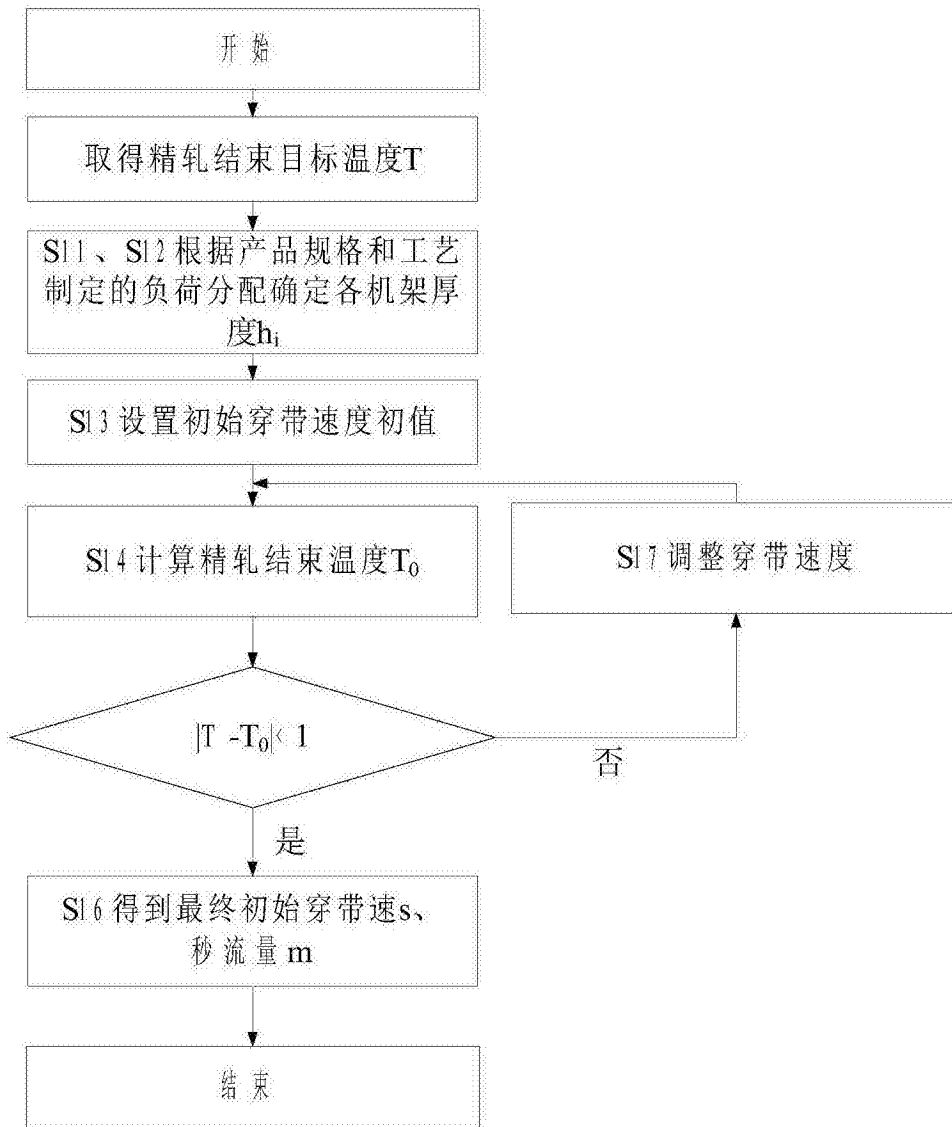


图2

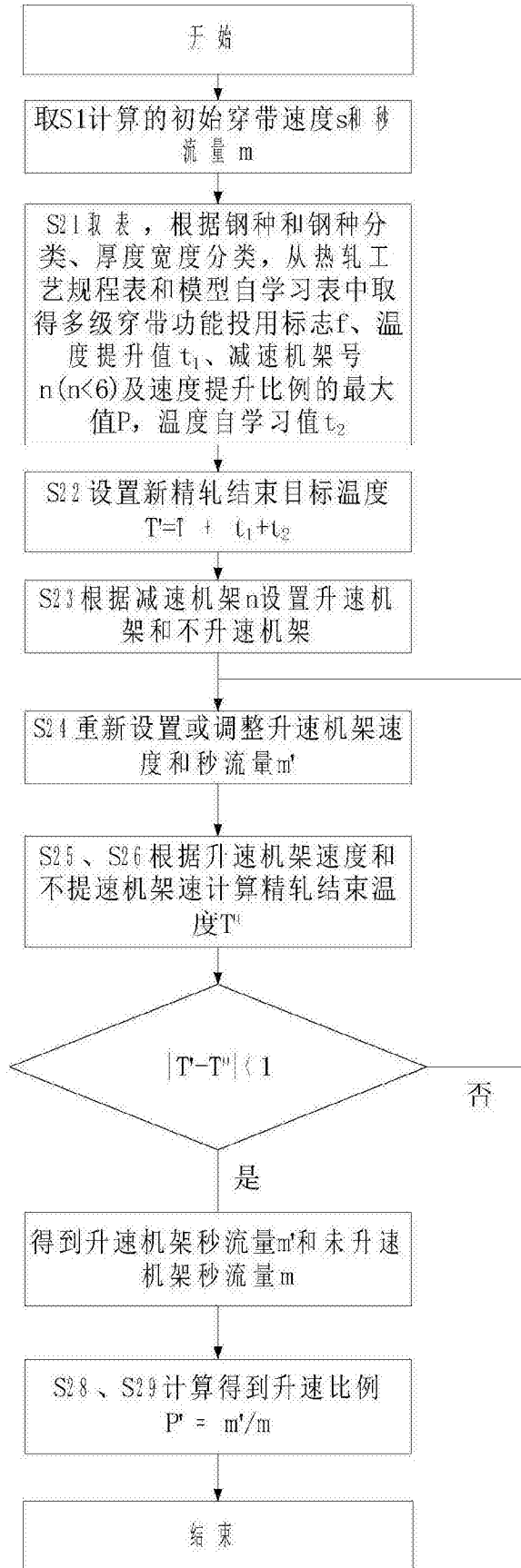


图3